

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 28.01.2022 10:51:41
Уникальный программный ключ:
0b817ca911e6668abb13a5d426d59e31c11eabb175e945d14246511a56d089

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра теоретической механики и мехатроники

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор –
проректор по учебной работе
Е.А. Кудряшов



« 14 » *сентября* 2012 г.

Лабораторная работа № 12

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ ПОДЧИНЁННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ В ПАКЕТЕ МАТЛАВ (НАСТРОЙКА НА СИММЕТРИЧНЫЙ ОПТИМУМ)

Методические указания к выполнению лабораторной работы по дисциплине «Теория автоматического управления» для студентов специальности 220401.65 Мехатроника; направлений 220200.62 Автоматизация и управление и 221000.62 Мехатроника и робототехника

УДК 621.(076.1)

Составители: Лушников Б.В., Яцун С.Ф.

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент *В.Я.Мищенко*

Исследование систем подчинённого регулирования в пакете MATLAB (настройка на симметричный оптимум): методические указания к выполнению лабораторной работы / Юго-Зап. гос. ун-т.; сост.: Б.В. Лушников, С.Ф.Яцун; Курск, 2011. 16 с., ил. 16, табл.1. Библиогр.: с.16.

Методические указания содержат краткие теоретические сведения из курса теории автоматического управления, необходимые для выполнения лабораторной работы, а также иллюстрированные примеры выполнения, варианты заданий и контрольные вопросы для самопроверки.

Предназначены для студентов направлений 220200.62 Автоматизация и управление, 221000.62 Мехатроника и робототехника и для студентов специальности 220401.65 Мехатроника всех форм обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать . Формат 60x84 1/16 .Усл.печ.л. .
Уч.-изд.л. .Тираж 20 экз. Заказ .Бесплатно.
Юго-Западный государственный университет.
305040 г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94

Лабораторная работа №12

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ ПОДЧИНЁННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ В ПАКЕТЕ MATLAB (НАСТРОЙКА НА СИММЕТРИЧНЫЙ ОПТИМУМ)

Цель работы:

1. Изучение возможностей команды *sisotool* при исследовании систем регулирования;

2. Изучение взаимосвязей между расположением корней (метод корневого годографа), характеристиками в частотной области (метод логарифмических характеристик) с переходными характеристиками системы;

3. Изучение влияния коэффициента усиления разомкнутой системы на динамические характеристики систем, настроенных на симметричный оптимум.

Объект исследования: линейная система автоматического управления.

Аппаратные средства: виртуальная лаборатория на ЭВМ IBM PC, программный пакет «MATLAB».

Порядок выполнения лабораторной работы

Исходные данные:

желаемая передаточная функция $W_{\text{ж}}(p)$ разомкнутой системы, настроенной на симметричный оптимум, с объектом регулирования в виде интегрирующего звена имеет вид:

$$W(p) = K \cdot \frac{4 \cdot T_{\mu} p + 1}{p^2 (T_{\mu} p + 1)},$$

где K – коэффициент усиления разомкнутой системы;

$$T_{\mu} = 0,017 \text{ с}.$$

Так как параметр T_{μ} определяется элементной базой и принципиальной схемой усиления мощности, то при заданных конструктивных параметрах системы качественные её показатели будут определяться величиной K . При малых значениях K переходный процесс в системе будет неудовлетворительным (большое перерегулирование), а затем, по мере увеличения K качественные показатели переходного процесса будут улучшаться и достигнут наилучших показателей, характеризующихся 43% перерегулированием. При дальнейшем увеличении K динамические процессы в системе ухудшаются.

Таким образом, симметричный оптимум определяется параметрами:

$$\sigma_{\text{уст}} = 43\%, \quad t_{\text{пп}} = \text{наименьшее}$$

Для технического оптимума соответственно:

$$\sigma_{\text{уст}} = 4\%, \quad t_{\text{пп}} = \text{среднее.}$$

Связь между кривыми корневого годографа (расположением корней на плоскости корней в функции коэффициента усиления), логарифмическими характеристиками (характеризующимися частотой среза и запасом по фазе) и кривой переходного процесса (характеризующейся величиной перерегулирования) устанавливается с помощью команды *sisotool*.

Рассмотрим пример.

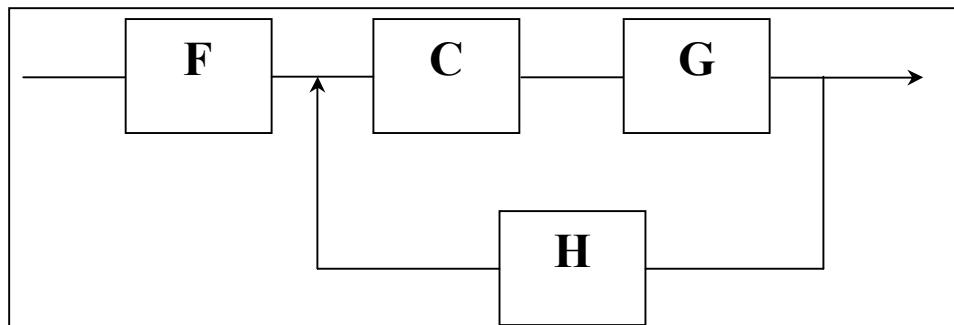


Рис.1 Схема исследуемой САУ:

F – фильтр на входе системы;

C – регулятор;

G – объект управления;

H – датчик в цепи обратной связи.

Запускаем MATLAB и в командном окне вводим программу задания начальных условий и передаточных функций звеньев системы.

Программа 1:

```

t=0.01

G=tf(1,[t,1])
C=tf([4*t,1],[1,0,0])

H1=tf(1,1)
H2=tf(1,[0.005,1])

F1=tf(1,1)
F2=tf(1,[4*t,1])

sisotool
  
```

После ввода команды *sisotool* откроется окно SISO Design Tool, где и будет производиться анализ получаемых характеристик (рис.2).

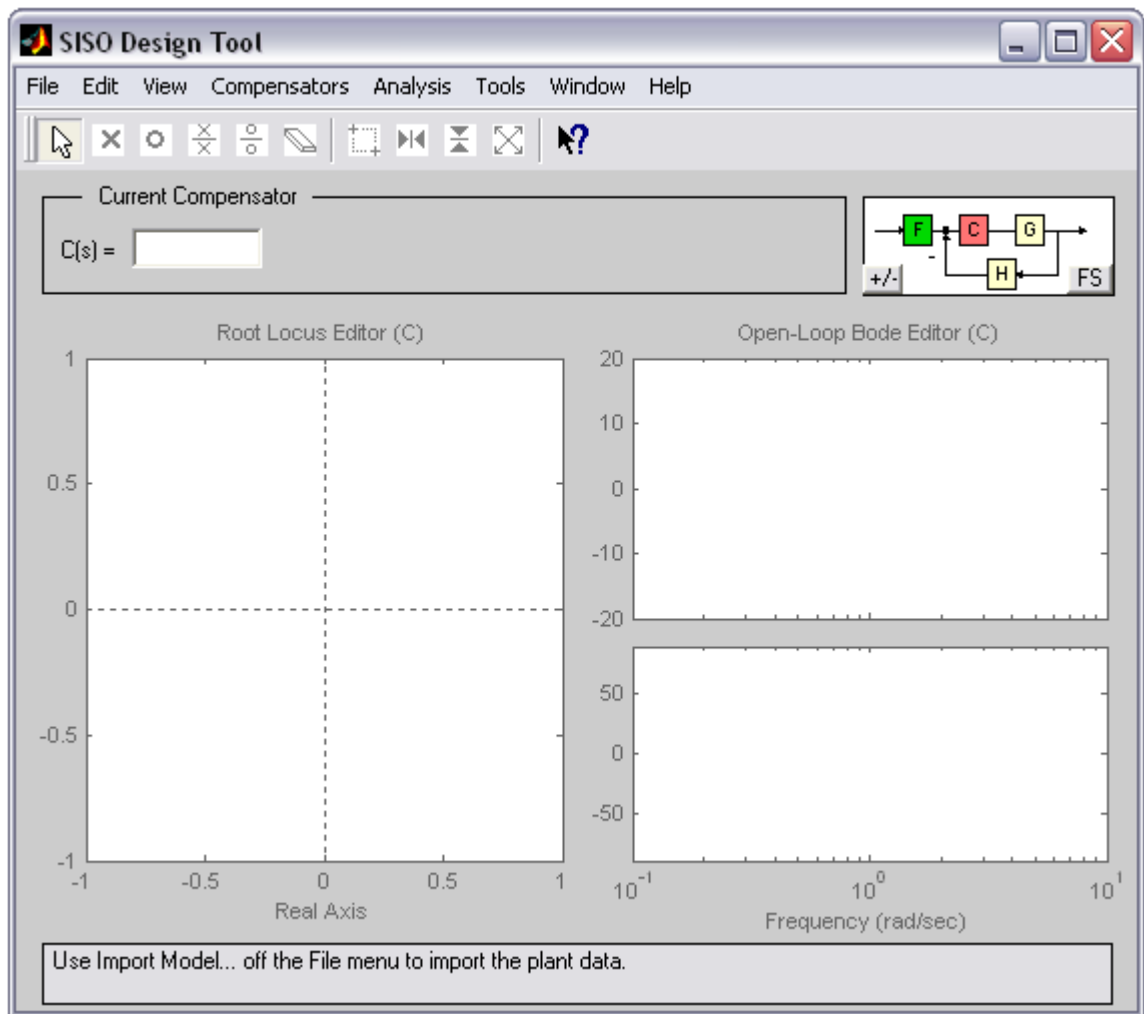


Рис.2 Главное окно SISO Design Tool

Для задания настроек переходим к окну Import System Data (рис.3), выполнив команду *File\Import....*

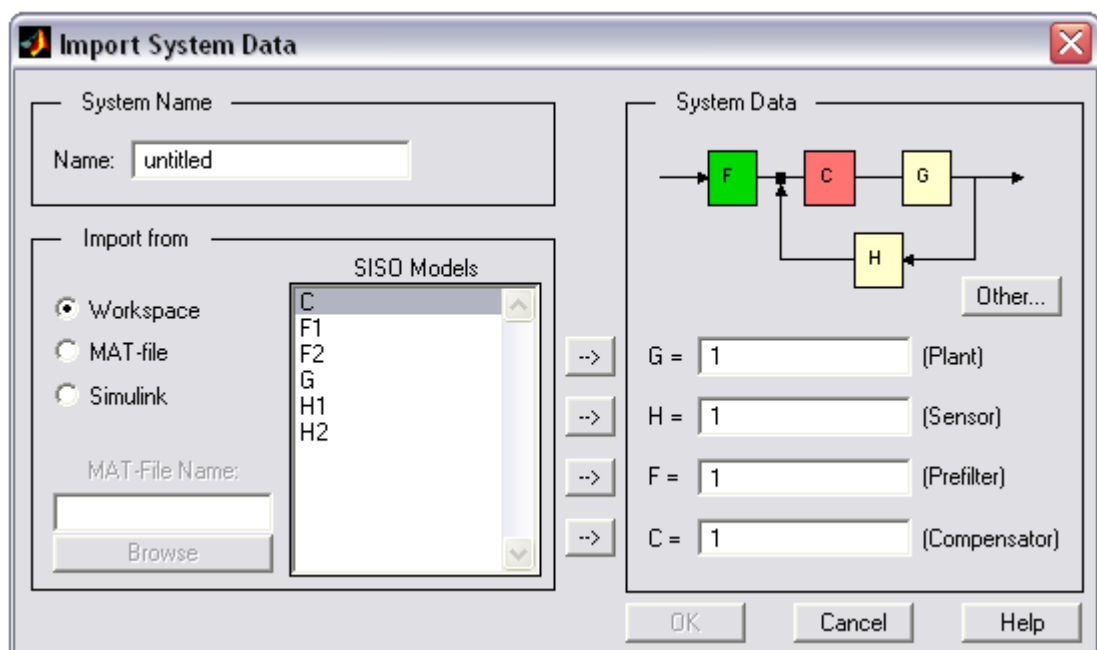


Рис.3 Окно задания параметров Import System Data

Окно Import System Data содержит:

- список передаточных функций, заданных нами в командном окне MATLAB;
- структурную схему исследуемой системы;
- кнопки, позволяющие поместить содержимое командного окна MATLAB в соответствующие блоки структурной схемы, характеризующие данную систему.

Если в поле SISO Models выделить первую строку (C1), то нажатием любой из четырёх кнопок со стрелками её можно поместить в один из блоков, характеризующих структурную схему. Таким образом, выделяя передаточные функции из *Программы 1*, можно внести их значения в любой из блоков структуры, представленной в окнах, появляющихся в процессе выполнения команды sisotool.

Изменяя коэффициент усиления, можно вывести систему на технический или симметричный оптимум.

Исследуем различные варианты сочетаний значений фильтра и обратной связи.

1) $F = F1$, $H = H1$.

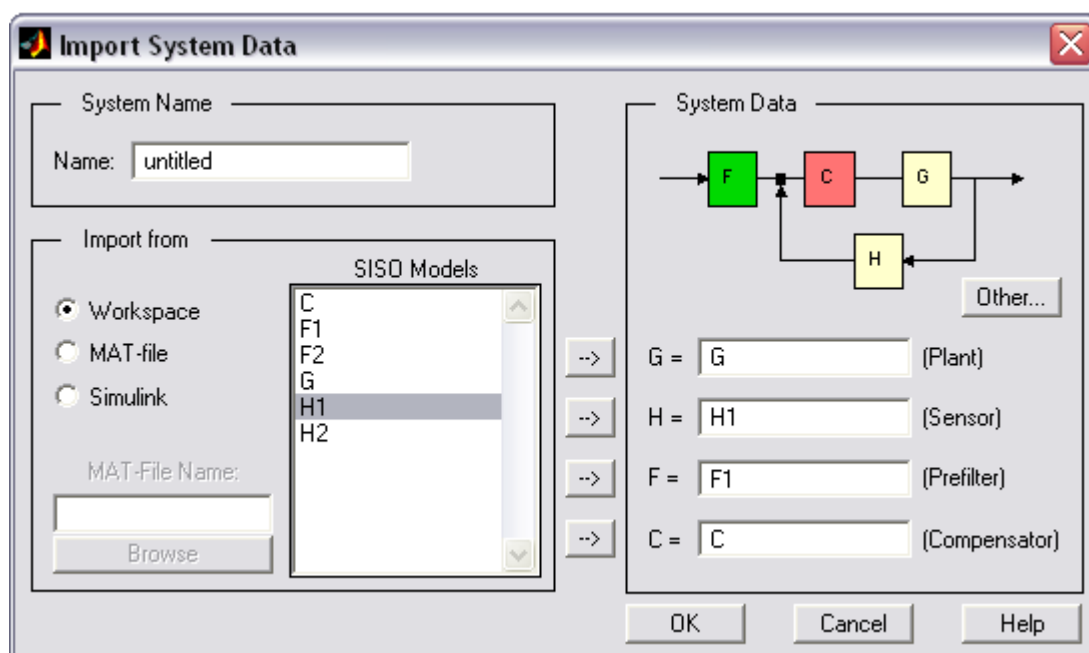


Рис.4 Ввод данных в окне Import System Data

После выполнения настроек нажимаем кнопку ОК и получаем график корневого годографа (поле Root Locus Editor), ЛАЧХ и ЛФЧХ системы (поле Open-Loop Bode Editor). Из корневого годографа определяются нули и полюса замкнутой системы, а из логарифмических характеристик – запас по фазе (P.M.: deg) и амплитуде (G.M.: dB) и частота среза (Freq.: rad/sec) в функции коэффициента усиления разомкнутой системы. Численные значения

нулей и полюсов можно определить более точно, выполнив действия: View\Closed-Loop Poles.

В поле Current Compensator (Параметры текущего регулятора) записана передаточная функция регулятора, заданная в m-файле (Программа 1), и открыто окно для изменения коэффициента усиления разомкнутой системы.

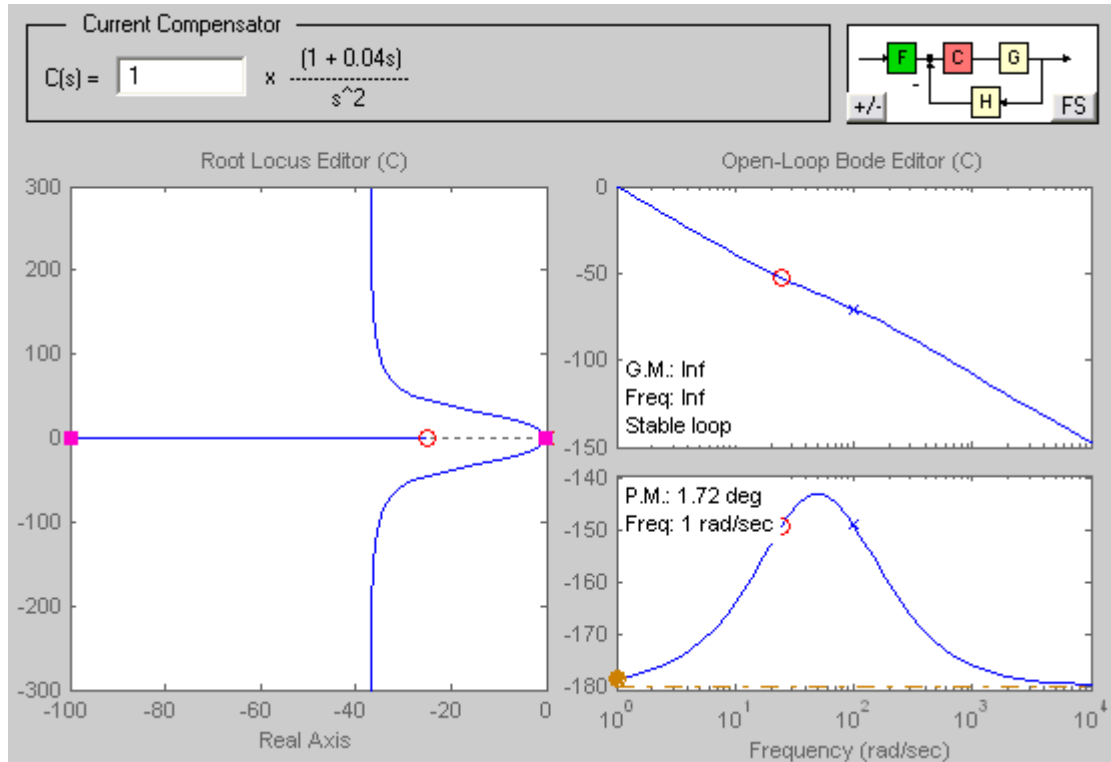


Рис.5 Полученные характеристики в окне SISO Design Tool

Как указывалось в цели работы, показатели системы регулирования исследуются в функции коэффициента К. При переносе данных из Программы 1 коэффициент усиления равен 1, и запас по фазе составляет 1,72 град. Если внести новое значение К и щёлкнуть на поле корневого годографа, то в левом и право окне получим новые графики, показывающих новое расположение корней замкнутой системы, новую частоту среза и новый запас по фазе.

Качество переходного процесса анализируется по переходной характеристике (меню Analysis, подменю Response to Step Command), представленной на рис.6.

Как видно, переходный процесс при $K=1$ имеет явно неудовлетворительный характер (большое перерегулирование и значительную колебательность). Попробуем достичь оптимальных параметров переходного процесса увеличением коэффициента усиления. При этом полюса будут удаляться от мнимой оси, частота среза и запас устойчивости по фазе будут увеличиваться, увеличивая быстродействие и уменьшая перерегулирование.

На рис.7, 8 представлены характеристики оптимально настроенной системы.

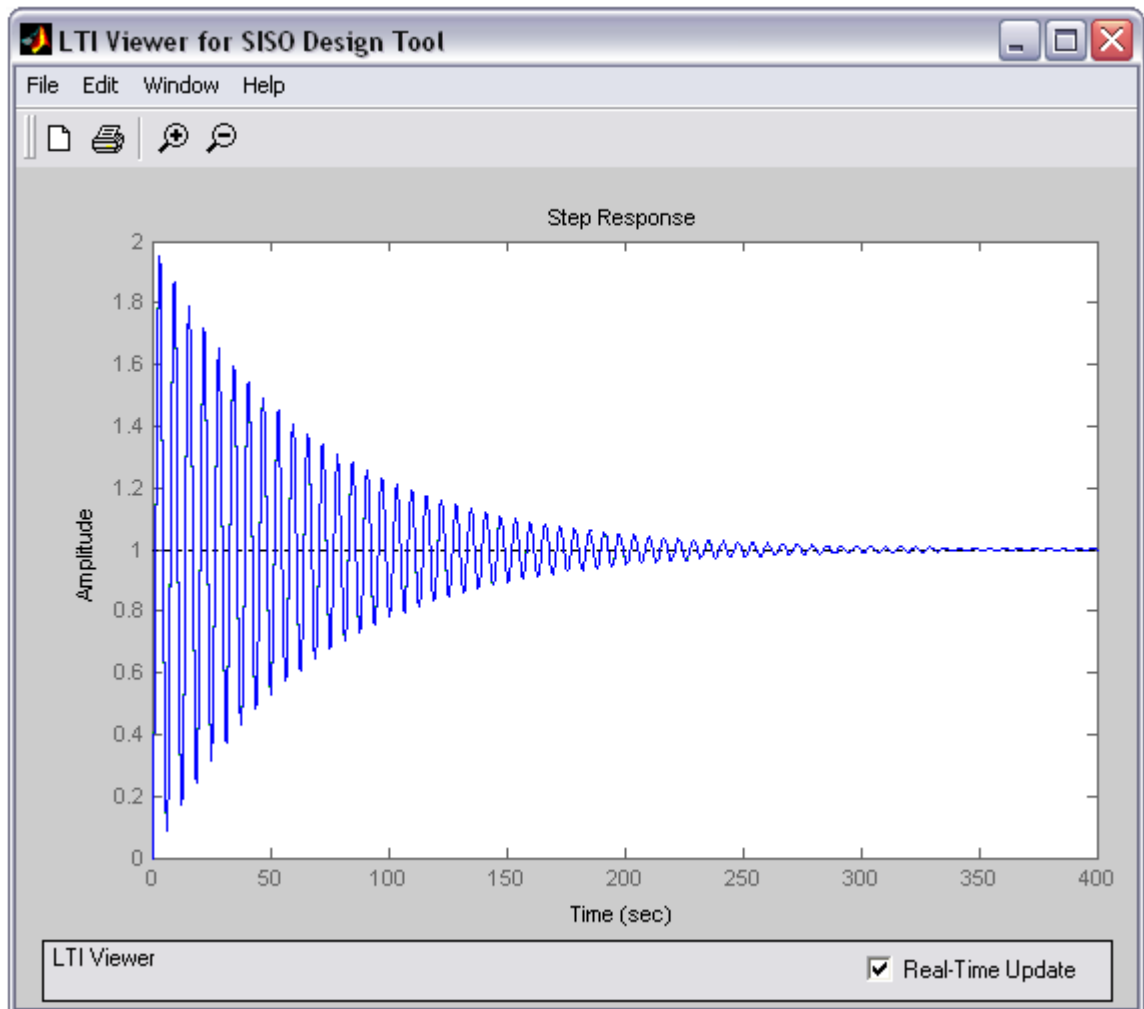


Рис.6 Переходная характеристика системы

Как видно на рис.8, нами достигнут симметричный оптимум: перерегулирование (Overshoot) составляет 43.4%, время переходного процесса (Setting time) весьма мало (0,172 с). Коэффициент усиления при этом равен 1300. Если продолжать увеличивать его значение, запас устойчивости начнёт падать, соответственно будет повышаться перерегулирование, что свидетельствует об отсутствии возможности достичь при данных характеристиках фильтра и обратной связи технического оптимума.

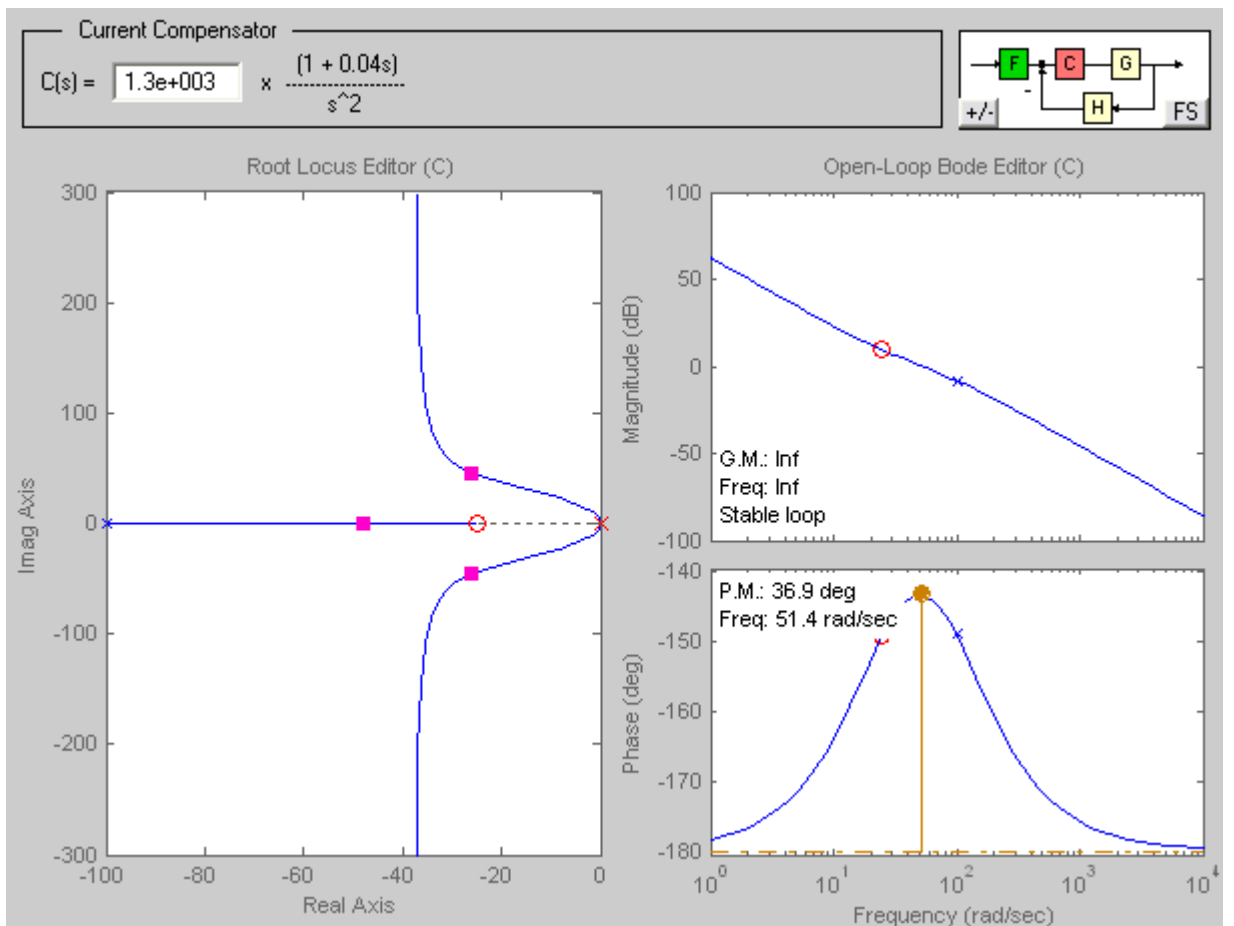


Рис.7 Характеристики оптимально настроенной системы

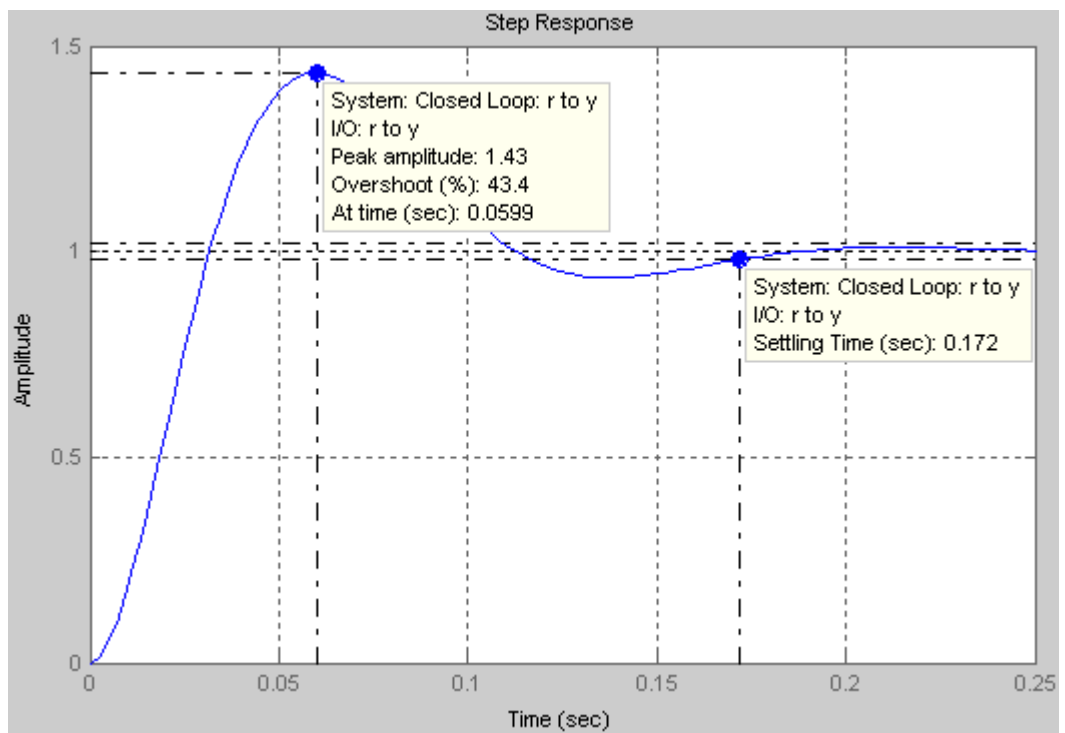


Рис.8 Переходная характеристика САУ

2) $F = F2$, $H = H2$.

Для задания настроек вновь переходим к окну Import System Data (рис.3), выполнив команду *File\Import....*

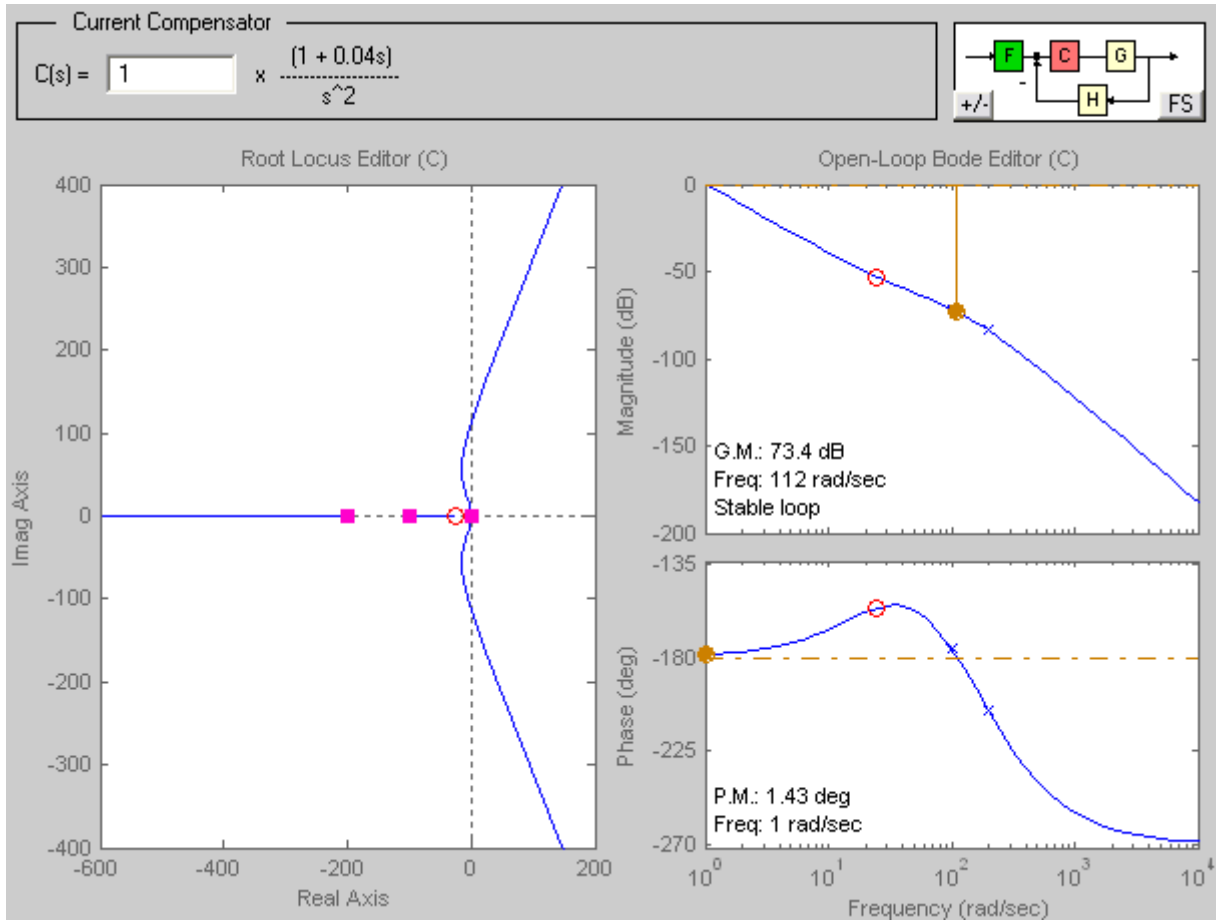


Рис.9 Полученные характеристики в окне SISO Design Tool

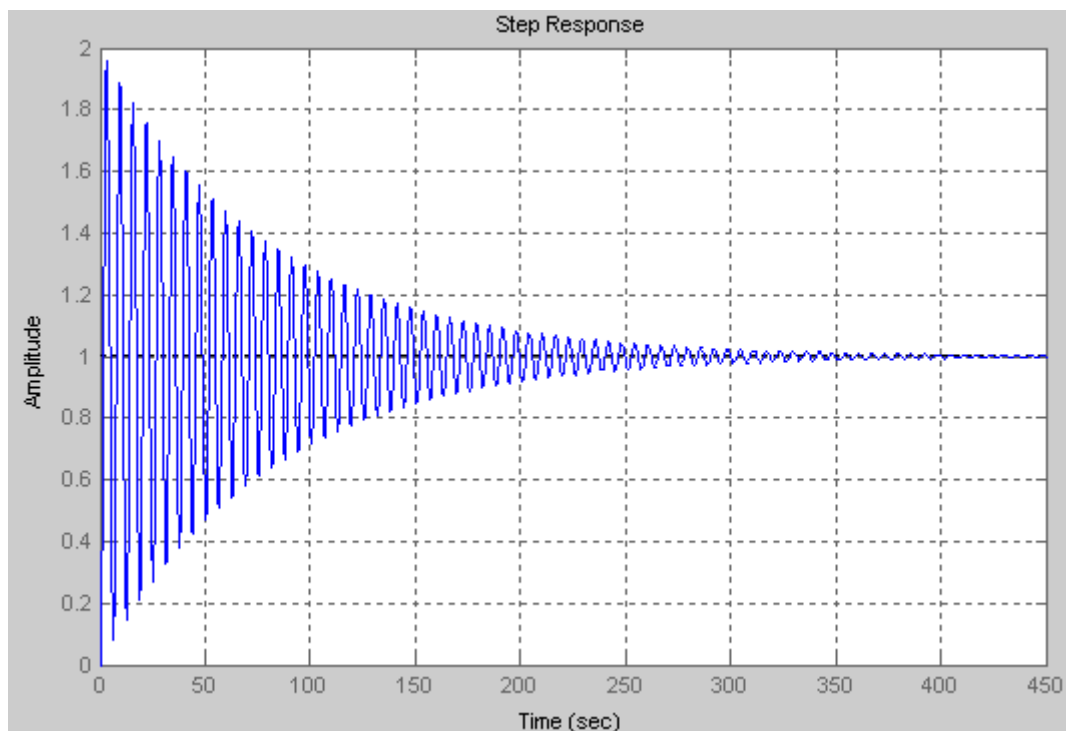


Рис.10 Переходная характеристика системы

Подбором коэффициента усиления добиваемся оптимальных настроек системы.

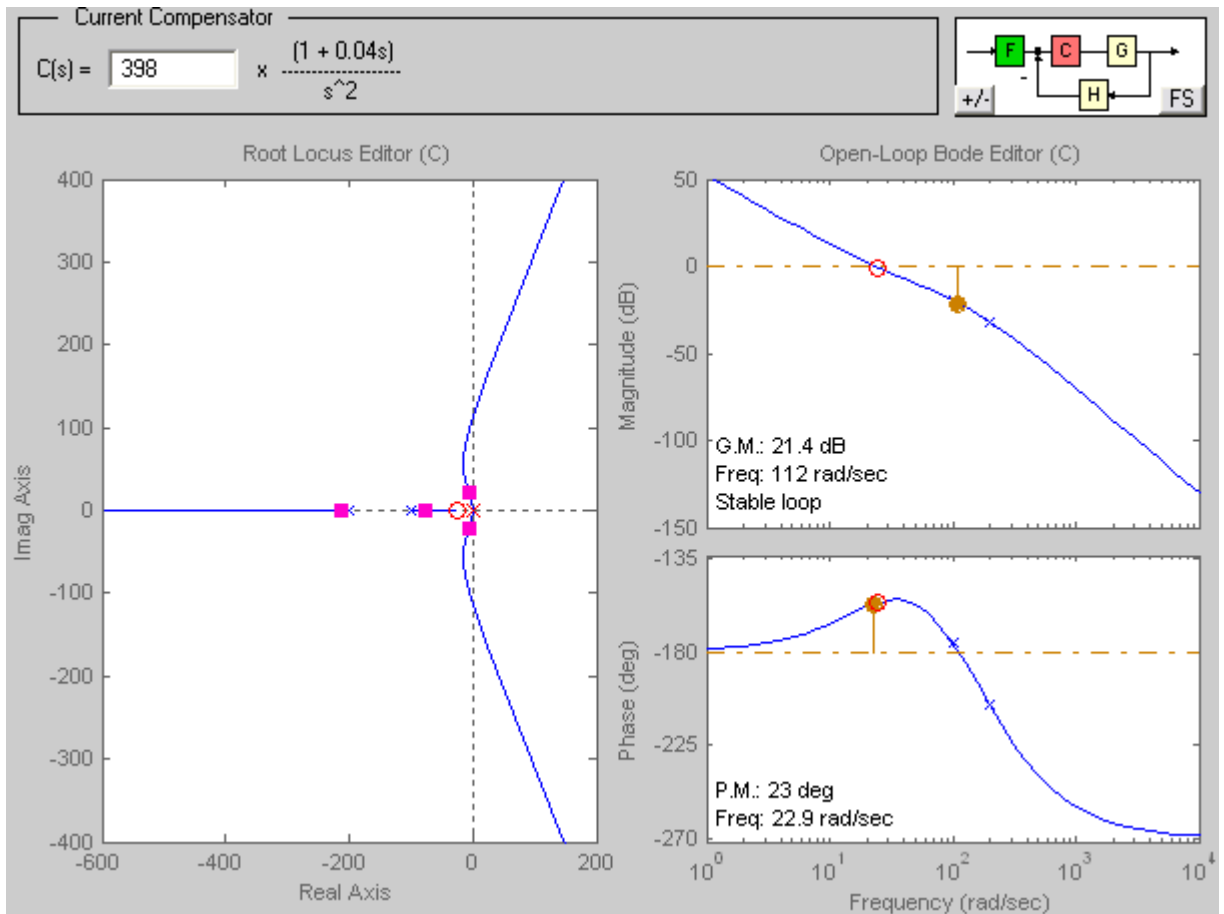


Рис.11 Характеристики системы, настроенной на симметричный оптимум

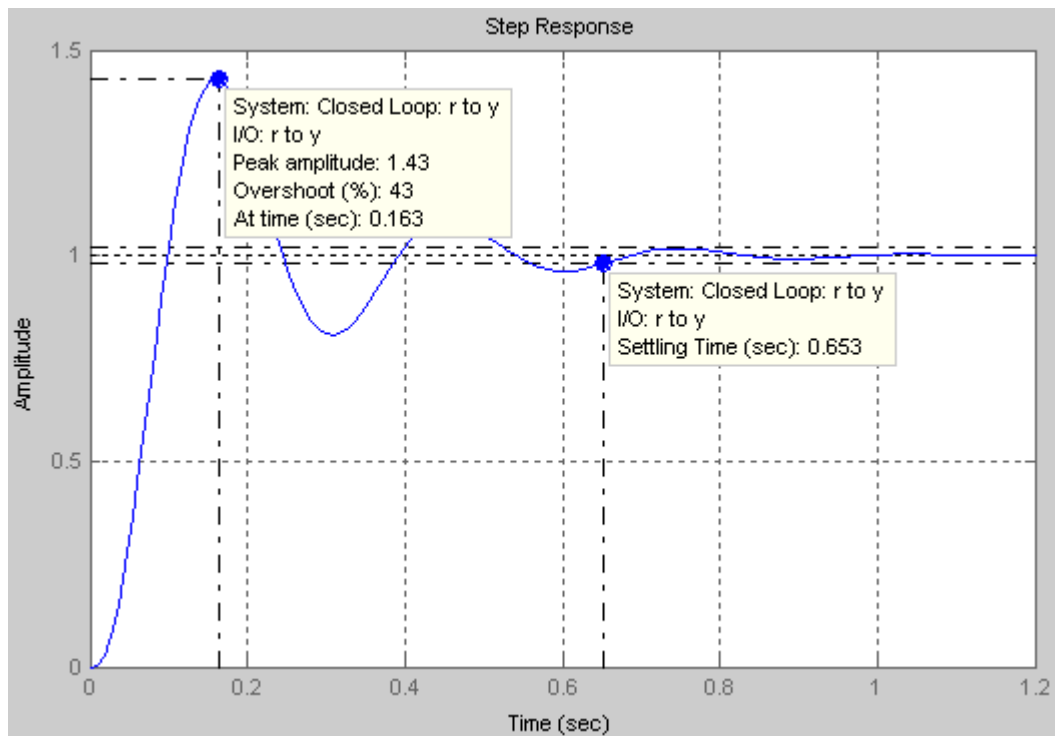


Рис.12 Переходная характеристика системы, настроенной на симметричный оптимум

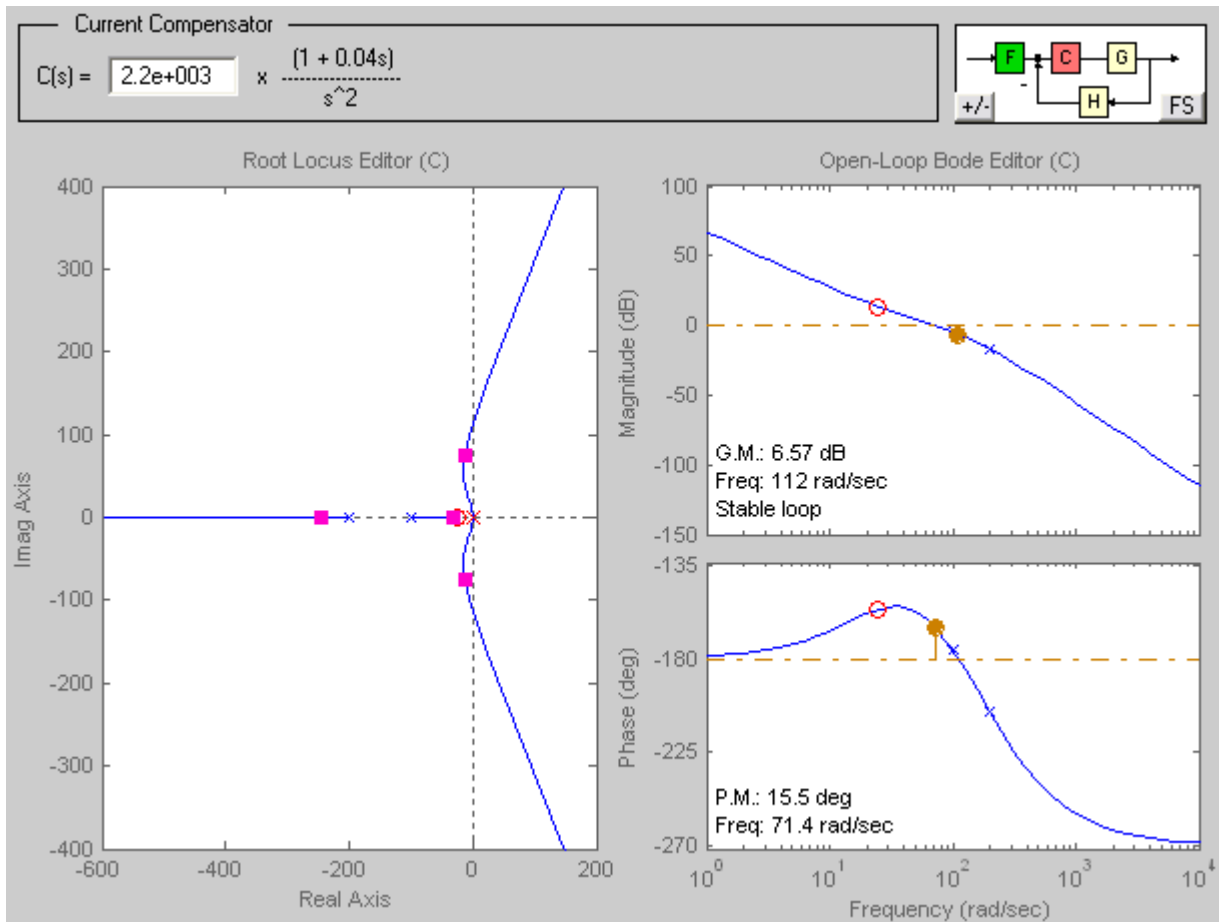


Рис.13 Характеристики системы, приближенной к техническому оптимуму

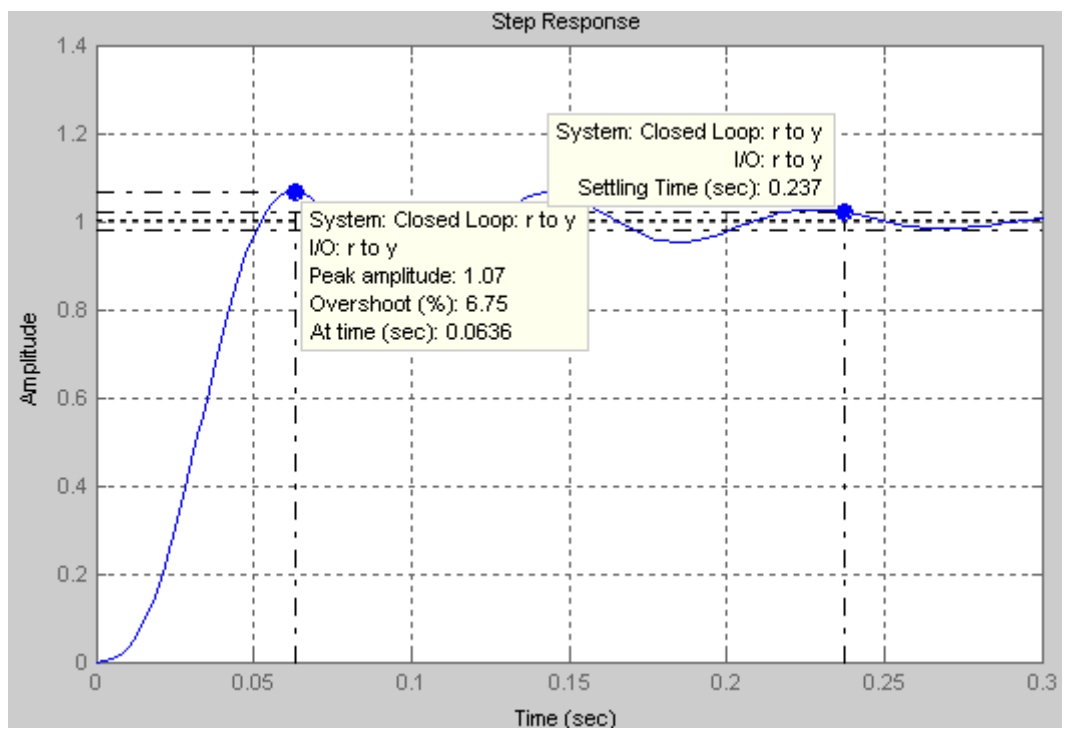


Рис.14 Переходная характеристика системы, приближенной к техническому оптимуму

Как видно на рис.13, 14, систему с данными настройками цепи обратной связи невозможно вывести на технический оптимум. При дальнейшем увеличении коэффициента усиления перерегулирование возрастает, постепенно выводя систему из устойчивого состояния.

3) $F = F2$, $H = H1$.

Попробуем настроить систему с данными параметрами на технический оптимум.

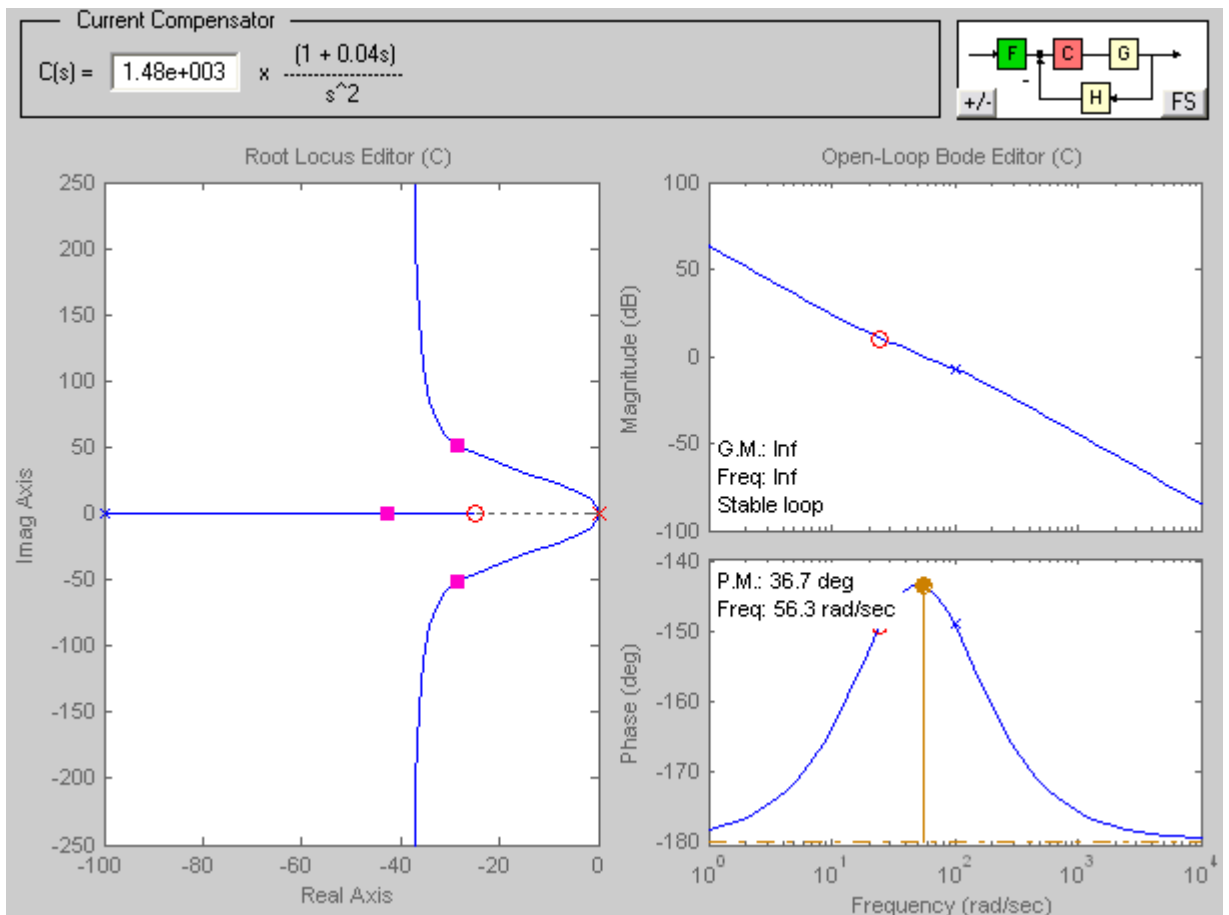


Рис.15 Характеристики системы, настроенной на технический оптимум

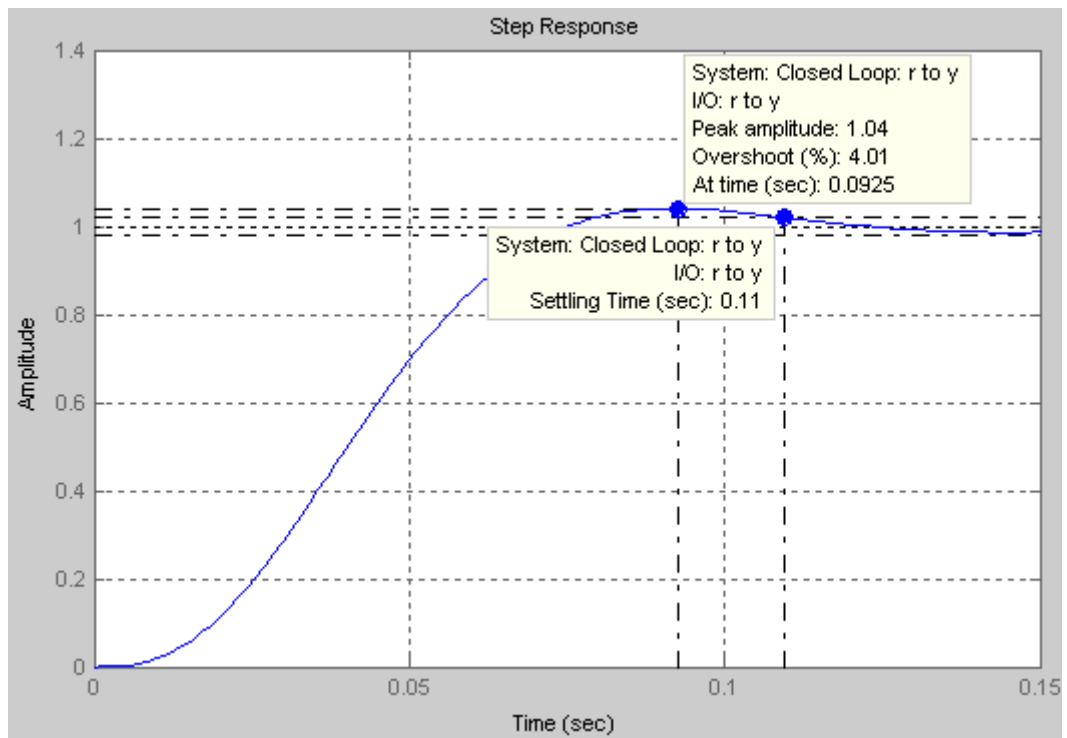


Рис.16 Переходная характеристика системы, настроенной на технический оптимум

Анализируя переходную характеристику САУ, можно сделать вывод о настройке системы на технический оптимум (перерегулирование 4,01%).

ПОРЯДОК И МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. В процессе выполнения данной части работы студенты должны:

1) для заданной некомпенсируемой постоянной времени в *m*-файле выполнить программу, определяющую передаточные функции блоков, образующих структурную схему (рис.1);

2) используя команду *sisotool*, перенести данные командного окна MATLAB в блоки, образующие структуру исследуемой системы;

3) для заданных параметров регулятора построить корневой годограф и логарифмические характеристики как функцию коэффициента усиления;

4) построить график переходной функции, используя меню окна SISO Design Tool;

5) исследовать качественные показатели системы (величину перерегулирования) как функцию коэффициента усиления;

6) настроить систему с заданными параметрами на симметричный и технический оптимумы.

3. Сделать вывод о проделанной работе и её результатах.

Таблица 1

№	Параметры системы	№	Параметры системы
	$t=0,01$		$t=0,01$
	T_{μ}		T_{μ}
1	0,01	31	0,1
2	0,012	32	0,12
3	0,014	33	0,14
4	0,015	34	0,15
5	0,016	35	0,16
6	0,017	36	0,17
7	0,018	37	0,18
8	0,02	38	0,2
9	0,02	39	0,24
10	0,022	40	0,25
11	0,024	41	0,05
12	0,02	42	0,08
13	0,026	43	0,26
14	0,005	44	0,5
15	0,01	45	0,45
16	0,014	46	0,014
17	0,015	47	0,015
18	0,017	48	0,017
19	0,02	49	0,02
20	0,024	50	0,024
21	0,026	51	0,026
22	0,028	52	0,028
23	0,03	53	0,03
24	0,04	54	0,04
25	0,032	55	0,032
26	0,034	56	0,034
27	0,035	57	0,035
28	0,036	58	0,036
29	0,038	59	0,038
30	0,04	60	0,04

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЁТА

Отчет должен содержать следующие разделы:

1. Цель работы.
2. Структурную схему исследуемой системы.
3. Полученные графики и характеристики.
4. Основные выводы.

ЛИТЕРАТУРА

1. MATLAB 6/6.1/6.5 + Simulink 4/5. Основы применения / Дьяконов В. П. М.: СОЛОН-Пресс, 2004. 768 с. – (Серия «Полное руководство пользователя»).
2. SIMULINK: среда создания инженерных приложений / Под общ. ред. к. т. н. В. Г. Потёмкина. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2003.-496 с.
3. Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория линейных систем автоматического регулирования - М.: Наука, 2008.